इकाई 3 कोशिका की कार्यात्मक परासंरचना

इकाई की रूपरेखा

3.1 प्रस्तावना
उद्देश्य
3.2 अंतर्द्रव्यी जालिका
3.3 गॉल्जी-उपकरण
3.4 लाइसोसोम तथा परऑक्सिसोम
3.5 माइटोकॉन्ड्रिया, क्लोरोप्लास्ट तथा केन्द्रक
माइटोकॉन्ड्रिया
क्लोरोप्लास्ट
केंद्रक
3.6 कोशिका-कंकाल तंत्र
3.7 सारांश
3.8 अंत में कुछ प्रश्न
3.9 उत्तर

3.1 प्रस्तावना

इससे पहले की इकाइयों में आपने कोशिका के विकास के बारे में और प्रोकैरिऑटिक तथा यूकैरिऑटिक कोशिका की विशेषताओं के बारे में जानकारी प्राप्त की थी। इसके अतिरिक्त आपने कोशिकीय संगठन का अध्ययन करने के लिए प्रयुक्त विविध प्रकार के उपकरणों और तकनीकों का भी अध्ययन किया है। कोशिका में विभिन्न **कोशिकाद्रव्यी कोशिकांग** (cytoplasmic organelles) पाए जाते हैं। इस इकाई में यूकैरिऑटिक कोशिका के अंगकों अर्थात् राइबोसोम, स्फेरोसोम इत्यादि जो इकहरी झिल्ली से घिरे होते हैं और अंतर्द्रव्यी जालिका, गॉल्जी-उपकरण, केंद्रक, माइटोकॉन्ड्रिया, क्लोरोप्लास्ट इत्यादि जो दोहरी झिल्ली से घिरे होते हैं, की संरचनाओं और कार्यों के बारे में बताया गया है। कोशिका में पाए जाने वाले कुछ अंगकों, जैसे केंद्रक, राइबोसोम और माइटोकॉन्ड्रिया, के कार्यों पर सविस्तार चर्चा इसी पाठ्यक्रम की आगे की इकाइयों में की जाएगी।

इस इकाई में हम अंतर्द्रव्यी जालिका, लाइसोसोम और परऑक्सिसोम की संरचना तथा कार्यों के बारे में पढ़ेंगे। एन्डोसाइटोसिस और एक्सोसाइटोसिस प्रक्रिया द्वारा झिल्लीदार घटकों की संख्या घटती या बढ़ती है परंतु झिल्ली की सतह का क्षेत्रफल, झिल्ली के पुनःचक्रण के कारण, स्थायी बना रहता है। प्लैस्टिड, जिनमें श्वसन वर्णक तथा रंजक वर्णक सम्मिलित हैं, पादप कोशिकाओं के महत्त्वपूर्ण घटक होते हैं, ये बृहदणुओं के भंडार-गृह के रूप में भी कार्य करते हैं। कोशिका का पंजर सूक्ष्मतंतुओं और सूक्ष्मनलिकाओं का बना होता है जो कि कोशिका के भीतर और चारों ओर होने वाली गतिविधियों से संयुक्त होता है और कोशिका की शक्ल को बनाए रखता है।

आपने कोशिका की आधारिक संरचना के बारे में इकाई 1 और 2 में अध्ययन किया है। आपको पादप और जन्तु कोशिका के आधारिक अंतर के बारे में भी ज्ञान है।

उद्देश्य

इस इकाई का अध्ययन कर लेने के बाद आप :

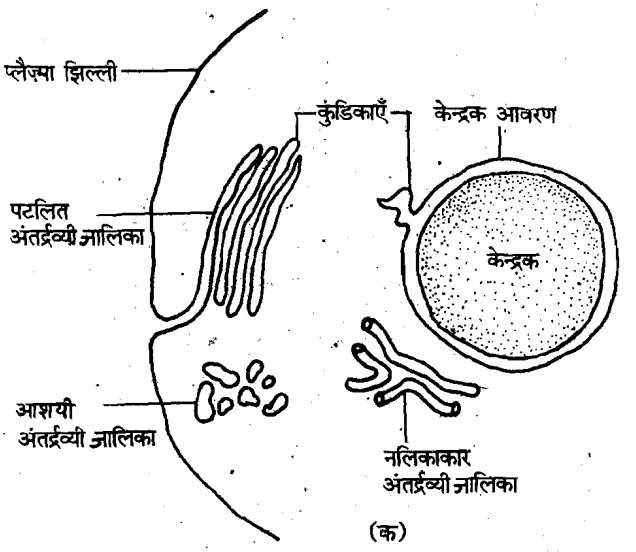
- प्रकाश-माइक्रोग्राफों और इलेक्ट्रॉन माइक्रोग्राफों में यूकैरिऑटिक कोशिका के विभिन्न अंगकों की पहचान कर सकेंगे और उनके कार्यों का उल्लेख कर सकेंगे,
- पक्ष्माभिकाओं, कशाभिकाओं, चिकने तथा रूक्ष अंतर्द्रव्यी जालिका, गॉल्जी–उपकरण, माइटोकॉन्ड्रिया, क्लोरोप्लास्ट और केंद्रक की संरचना तथा कार्य का वर्णन कर सकेंगे,
- उपयुक्त उदाहरणों सहित कोशिका की झिल्ली के घटकों के पुनःचक्रण क्रम को समझा सकेंगे।

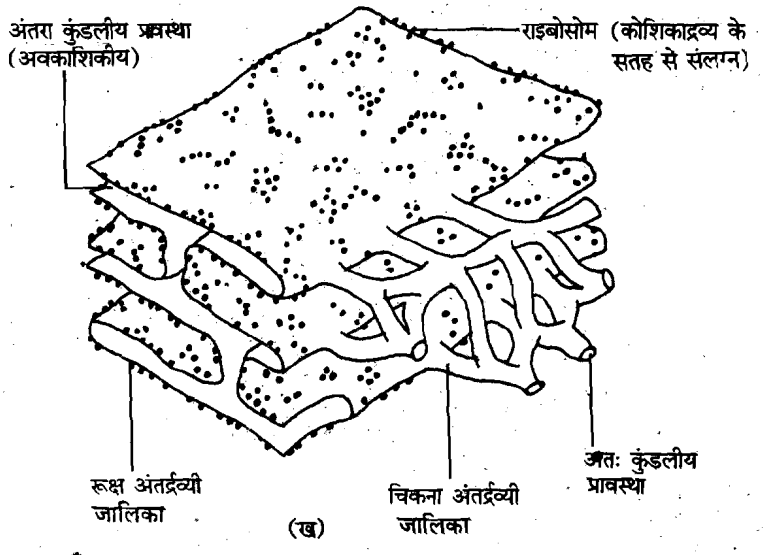
3.2 अंतर्द्रव्यी जालिका

यूकैरिऑटिक कोशिकाओं में झिल्ली से घिरे हुए दो बड़े कक्ष होते हैं यथा **केंद्रक** और **कोशिका-द्रव्य**। इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी की खोज से पहले कोशिका-द्रव्य की संरचना की हमें जानकारी नहीं थी। कोशिका-द्रव्य में

झिल्लीदार जाल फैला होता है जिसे **अंतर्द्रव्यी जालिका** (ER) कहते हैं। इस बात का पता इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी के प्रयोग में आने के बाद ही चला। अंतर्द्रव्यी जालिका कोशिका की कुल झिल्ली का आधे से ज्यादा भाग होता है जिसमें झिल्लीदार गुहिकाओं का त्रिविमीय जाल होता है। अंतर्द्रव्यी जालिका अत्यधिक वलित और संवलित होता है और एक अविच्छिन्न कोष को घेरे रहने वाली अविच्छिन्न परत का निर्माण करता है। कोष का भीतरी भाग **कुंडिकीय अवकाश** अथवा **ईआर अवकाशिका** (ER lumen) कहलाता है। यह अवकाश कोशिका-द्रव्य (साइटोसोल) से एकल झिल्ली ईआर द्वारा पृथक रहता है, जिसके माध्यम से दो कक्षों के बीच संचार बना रहता है। ईआर द्वारा कोशिका में एक कक्ष ऐसे पदार्थों के भंडारन के लिए बना होता है जिन्हें साइटोसोल से अलग रखना होता है । इसके अतिरिक्त इसका बृहदाणुओं के जैवसंश्लेषण में प्रमुख योग होता है ।

ईआर दोहरी झिल्ली वाला अंगक होता है जिसमें परस्पर संबंधित चपटे कोष होते हैं जिन्हें कुंडिकाएँ अथवा **सिस्टर्नी** (cisternae) अथवा अंतःसंबंधित **नलिकाएँ** अथवा **आशय** कहते हैं। कुंडिकाएँ पोषक-पदार्थों के अस्थायी भंडारन का स्थान होती हैं।





चित्र 3.1: क) ईआर के तीन प्राकृतिक रूप होते हैं : पटलिकीय (lamellar), आशयी (vesicular) तथा नलिकीय (tubular)। ईआर का पटलिकीय रूप झिल्ली से बने चपटे कोषों की शक्ल का होता है, आशयी रूप आशयों की शक्ल का होता है और नलिकीय रूप नलिकाओं की शक्ल का होता है ।

ख) अंतर्द्रव्यी जालिका में ईआर की किस्मों में सातत्य बना रहता है जो पड़ोसी झिल्लियों और चिकने तथा रूक्ष दोनों किस्म के ईआर की कुंडिकाओं के बीच पाया जाता है। रूक्ष ईआर झिल्लियों की यह विशेषता होती है कि ये चादरनुमा होती हैं जबकि चिकनी ईआर झिल्लियाँ नलिकाकार होती हैं।

रूक्ष और चिकनी अंतर्द्रव्यी जालिका (RER and SER) : ईआर दो क्षेत्रों में विभेदित होता है : कणिकामय (granular) अथवा रूक्ष अंतर्द्रव्यी जालिका (Rough Endoplasmic Reticulum) एवं अकणिकीय (agranular) अथवा चिकना अंतर्द्रव्यी जालिका (Smooth Endoplasmic Reticulum)। ये दोनों क्षेत्र शक्ल में भी काफी भिन्न होते हैं। रूक्ष ईआर चपटे कोषों की ढेरियों में व्यवस्थित होते हैं जिन्हें **कुंडिकाएँ** कहते हैं और चिकने ईआर में बारीक नलिकाओं का जाल होता है (चित्र 3.1 ख)। रूक्ष ईआर में

कोशिका-द्रव्य वाली और झिल्ली की बाहरी सतह पर छोटे-छोटे कण जमे होतें हैं जिन्हें **राइबोसोम** (ribosome) कहते हैं जबकि चिकने ईआर में राइबोसोम नहीं होते। राइबोसोम प्रोटीन-संश्लेषण के स्थान होते हैं। इससे यह प्रमाणित होता है कि क्यों रूक्ष ईआर उन कोशिकाओं में अधिक प्रचुर मात्रा में मिलता है जो प्रोटीन-संश्लेषण अथवा निर्यात के कार्य में सक्रिय रूप से जुटी होती है, उदाहरण के लिए **अग्न्याशयी एसिनकर कोशिकाएँ** (pancreatic acinar cells) और **प्लैज़्मीय कोशिकाएँ** (plasma cells)। चिकना अंतर्द्रव्यी जालिका उन कोशिकाओं में मिलता है जो लिपिड उपापचय के लिए विशेषीकृत होती हैं और जो स्टीरॉइडो का स्राव करती है, जैसे **एड्रीनल कॉर्टेक्स, वृषणों** (testes) और **अंडाशय** (ovary) की कोशिकाएँ। चिकना ईआर यकृत कोशिकाओं में भी पाया जाता है जहाँ यह औषधियों और विषों के निराविषीकरण में सहायता देता है।

ईआर (आरईआर और एसईआर) यांत्रिक सहायता प्रदान करके कोशिका के यांत्रिक कार्यों का निष्पादन करता है। ईआर की सतह का बड़ा क्षेत्र ईआर झिल्लियों से होकर पदार्थों के विनिमय में मदद देता है और यह विनिमय का कार्य विसरण और सक्रिय परिवहन द्वारा होता है। ईआर कोशिका में विभिन्न पदार्थों के वितरण के लिए एक प्रकार के **परिसंचरण तंत्र** के रूप में कार्य करता है।

बोध प्रश्न 1

निम्नलिखित कोशिकाओं में किस प्रकार की क्रियाओं के होने की आप आशा करते हैं ? अपना उत्तर आप दी हुई जगह पर दीजिए।

क) कोशिका जिसमें आरईआर का विस्तृत जाल होता है।

.....

ख) कोशिका जिसमें काफी मात्रा में एसईआर होता है।

.....

3.3 गॉल्जी उपकरण

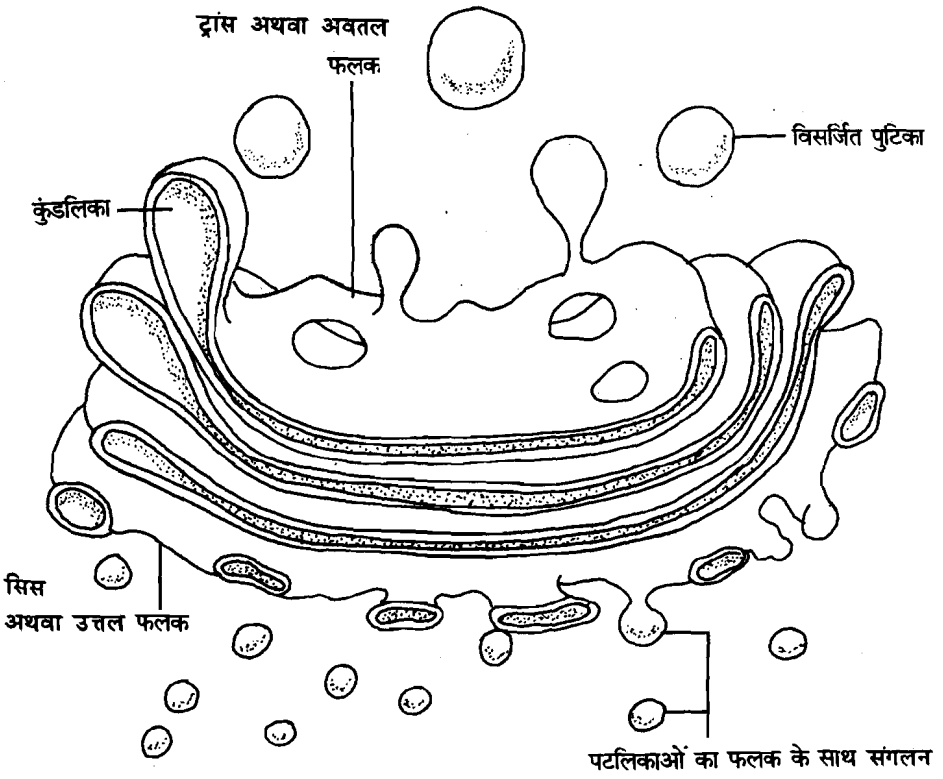
कैमिलो-गॉल्जी नामक वैज्ञानिक ने सन् 1898 में **धातु-संसेचन तकनीक** (metal impregnation technique) का सिल्वर नाइट्रेट की सहायता से तंत्रिका-कोशिकाओं के कोशिका-द्रव्य में जालक संरचना के पाए जाने का पता लगाया था जिसके लिए उन्हें नोबल पुरस्कार से सम्मानित किया गया था। उन्हीं के नाम पर इस संरचना का नाम **गॉल्जी-उपकरण (गॉल्जी सम्मिश्र)** रखा गया। गॉल्जी सम्मिश्र कोशिका के केंद्रक के निकट स्थित होता है।

संरचना की दृष्टि से गॉल्जी-सम्मिश्र पादप और जन्तु दोनों प्रकार की कोशिकाओं में एक जैसा होता है, परन्तु पादप कोशिकाओं में यह अधिक स्पष्ट होता है और इसे **डिक्टियोसोम** (चिति जैसे या पट्टी जैसे काय) कहते हैं। पादप कोशिकाओं की तुलना में जन्तु कोशिकाओं में गॉल्जी-उपकरणों की संख्या काफी कम होती है।

गॉल्जी-सम्मिश्र में संरचनाएँ होती हैं : (क) चपटी या कुंडिकाएँ, (ख) छोटे गोलाकार परिवहन आशय, और (ग) अपेक्षाकृत बड़ी जो रवाहीन (amorphous) अथवा कणिकामय (granular) पदार्थ से भरी होती हैं। कुंडिकाएँ—जो कि गॉल्जी सम्मिश्र के चपटे जैसे आशय होते हैं—समांतर शृंखला में व्यवस्थित रहती है और 20-30 nm अवकाश द्वारा पृथक रहती है। कुंडिकाएँ हल्की-सी मुड़ी हुई होती हैं जिसके कारण गॉल्जी-काय कमान-जैसी, लगती है (चित्र 3.2)। इसकी अंतर्द्रव्यी जालिका की ओर की उत्तल सतह **फॉर्मिंग** अथवा **निकटस्थ फलक** (forming or proximal face) कहलाती है और कोशिका की सतह की ओर दिष्ट अवतल सतह सम्मिश्र की **रिलीजिंग** अथवा **दूरस्थ फलक** (releasing or distal face) कहलाती है।

छोटे-छोटे आशय—जिन्हें **संक्रमण आशय** कहते हैं—बहुधा रूक्ष, अंतर्द्रव्यी जालिका और निकटस्थ फलक के बीच देखे जाते हैं। ऐसा माना जाता है कि ये आशय ईआर से बनते हैं और गॉल्जी की ओर प्रवास कर जाते हैं जहाँ ये नई कुंडिकाओं का निर्माण करते हैं जो कि विद्यमान कुंडिकीय झिल्ली के साथ संयुक्त हो जाती है। इस प्रकार अंगक की वृद्धि होती है। नई कुंडिकाएँ निकटस्थ फलक पर बनती रहती हैं जिससे कि दूरस्थ फलक के स्रावी आशयों की क्षतिपूर्ति हो सके। झिल्ली के एक प्रकार से दूसरी प्रकार में रूपांतरण के फलस्वरूप आशयों का निर्माण होता है। गॉल्जी-सम्मिश्र का रासायनिक संघटन ईआर और प्लैज़्मा झिल्ली के बीच का होता है।

गॉल्जी-उपकरण की रचना कम-से-कम तीन प्रकार के कोषों से होती है जिनमें भिन्न-भिन्न प्रकार के एन्ज़ाइम पाए जाते हैं। सबसे महत्त्वपूर्ण एन्ज़ाइम होते हैं : ट्रांसफेरेज़ेज़ (ग्लाइकोसिल ट्रांसफेरेज़ेज) इसके अतिरिक्त ऐसिड फॉस्फेटेज़ेज़ तथा अन्य लाइसोसोमी तथा उपचायी एन्ज़ाइम भी पाए जाते हैं।



चित्र 3.2 : इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी द्वारा किए गए अध्ययनों के आधार पर गॉल्जी-उपकरण। कुंडिकाओं की संरचना में दो फलक दिखाई देते हैं अर्थात् निकटस्थ फलक (उत्तल) और दूरस्थ फलक (अवतल)। निकटस्थ फलक सामान्यतः अंतर्द्रव्यी जालिका और केंद्रक झिल्ली के निकट मुड़ा हुआ होता है। दूरस्थ फलक अवतल होता है और उस क्षेत्र को घेरे रहता है जिसमें बड़े आकार के स्रावी आशय स्थित होते हैं।

गॉल्जी-उपकरण कोशिका में कई प्रकार के कार्य करता है जैसे, ईआर द्वारा स्रावित अणुओं का संसाधन और उन अणुओं को उनके अंतिम निर्दिष्ट स्थान के अनुसार भेजना, जैसा कि नीचे दिखाया गया है।

अंतर्द्रव्यी जालिका ⟶ गॉल्जी-सम्मिश्र ⟶ स्रावी कोशिकाएँ ⟶ प्लैज़्मा झिल्ली ⟶ कोशिका के बाहर।

पादप-कोशिकाओं में गॉल्जी-काय, कोशिका-प्लेट तथा कोशिका-भित्ति के निर्माण में सहायता करता है। अस्रावी कोशिकाओं की तुलना में अधिकांश स्रावी कोशिकाओं में सुविकसित गॉल्जी-उपकरण होता है।

बोध प्रश्न 2

गॉल्जी-सम्मिश्र अनेक पदार्थों के वहन तथा संसाधन में योग देते हैं जो ईआर द्वारा उत्पन्न किए जाते हैं और कोशिका से बाहर विसर्जित कर दिए जाते हैं। ऐसा क्यों होता है? अपना उत्तर नीचे दी गई जगह पर दीजिए।

.....

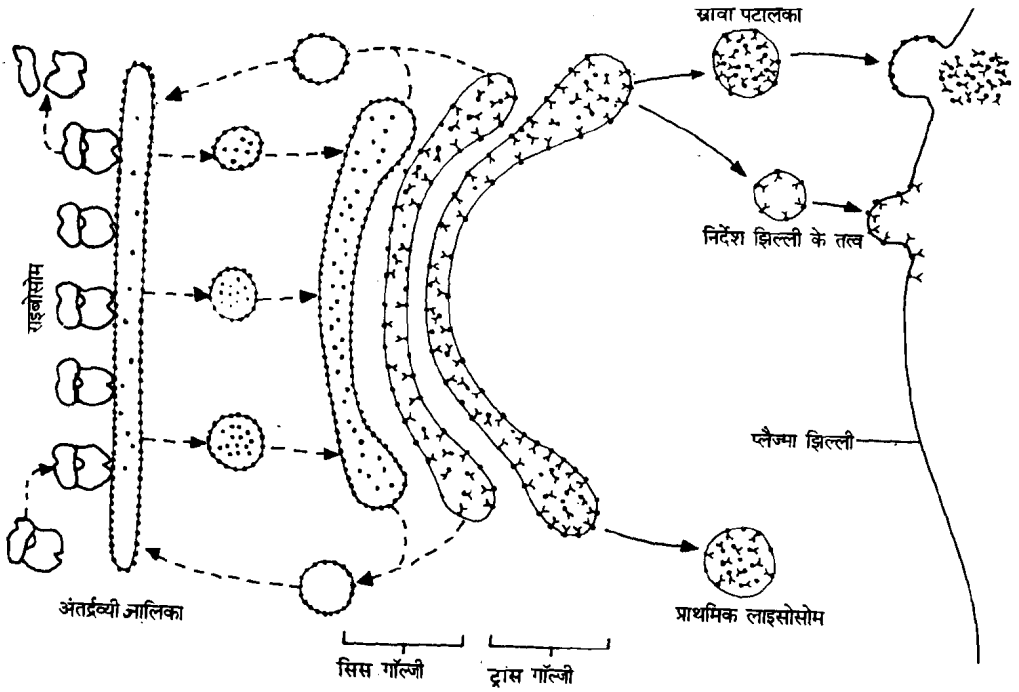
.....

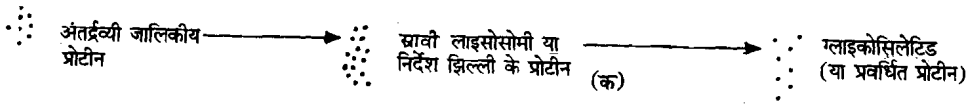
.....

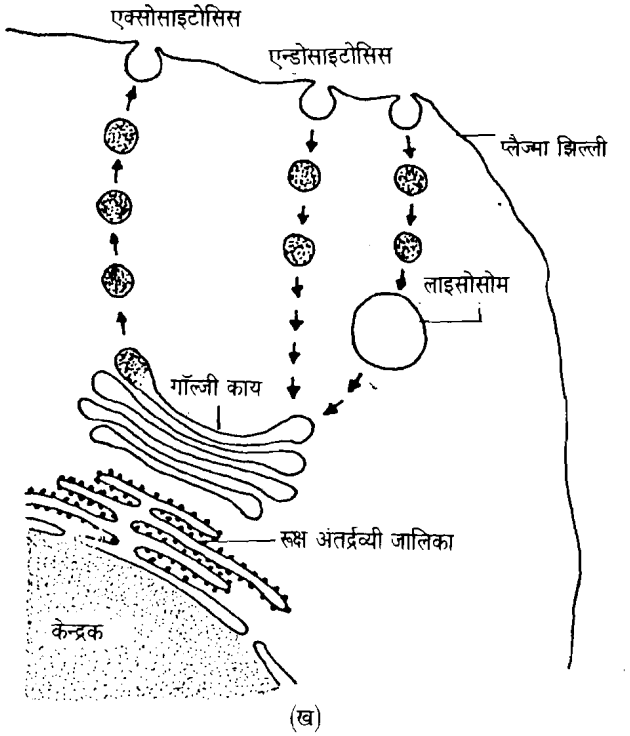
प्लैज़्मा झिल्ली के घटकों का पुनःचक्रण

एक्सोसाइटोसिस के दौरान स्रावी आशय प्लैज़्मा झिल्ली के साथ मिल जाते हैं और झिल्ली की सतह के क्षेत्रफल को बढ़ा देते हैं। परन्तु ऐसा होने पर भी प्लैज़्मा झिल्ली का सतही क्षेत्रफल स्थिर बना रहता है। यह झिल्ली के घटकों के पुनःचक्रण के कारण होता है। यह पुनःचक्रण आंतरिकीकृत झिल्ली के घटकों के बाद में वापस आने और आंतरिकीकरण के जरिए अतिरिक्त झिल्ली के हटा दिए जाने के कारण होता है। उदाहरण के लिए थाइराइड कोशिकाओं की प्लैज़्मा झिल्लियाँ फेरिटिन के साथ बंध सकती हैं और एन्डोसाइटोसिस की प्रक्रिया कोशिकाओं में थाइरोटोपिन के पहुँचने से प्रेरित होती है। एन्डोसाइटोसिस के तुरन्त बाद फेरिटिन लाइसोसोमों में दिखाई देता है परन्तु 30 मिनट के भीतर ही यह गॉल्जी-कुंडिकाओं में देखा जा सकता है (चित्र 3.3)।

इसी प्रकार एन्डोसाइटोसिस के फलस्वरूप प्लैज़्मा झिल्ली का आंतरिकीकरण हो जाता है। गॉल्जी-सम्मिश्र एन्डोसाइटोसिस के बाद झिल्ली के घटकों को पुनःसंसाधित कर सकता है और फिर से प्रयोग में ले सकता है और इसे स्रवण, लाइसोसोम निर्माण अथवा स्वयं प्लैज़्मा झिल्ली के पुनःस्थापन में प्रयोग में ले सकता है। यही वह विधि है जिसके द्वारा गॉल्जी उपकरण, झिल्ली के घटकों के पुनःचक्रण का कार्य करता है।







चित्र 3.3 : क) झिल्लियों में होकर प्रोटीनों का स्राव। ईआर से प्रोटीन, गॉल्जी के निकटस्थ फलक में प्रवेश करती है। ईआर से जिन प्रोटीनों का स्राव होना होता है उनका क्रमानुसार शोधन होता है और ये प्रोटीन दूरस्थ फलक से आशयों के रूप में विसर्जित कर दी जाती है।

ख) एन्डोसाइटोसिस के दौरान साइटोसोल में प्रवेश करने वाले प्लैज़्मा झिल्ली के घटकों के पुनःचक्रण क्रम तथा पुनर्प्रयोग में गॉल्जी उपकरण की भूमिका।

बोध प्रश्न 3

एक कोशिका अपनी स्रावी क्रियाओं में अत्यन्त सक्रिय है। कोशिका की इस क्रिया मे भाग लेने वाला अंगक कौन-सा हो सकता है ? कारण देकर अपने कथन की पुष्टि कीजिए।

.....

.....

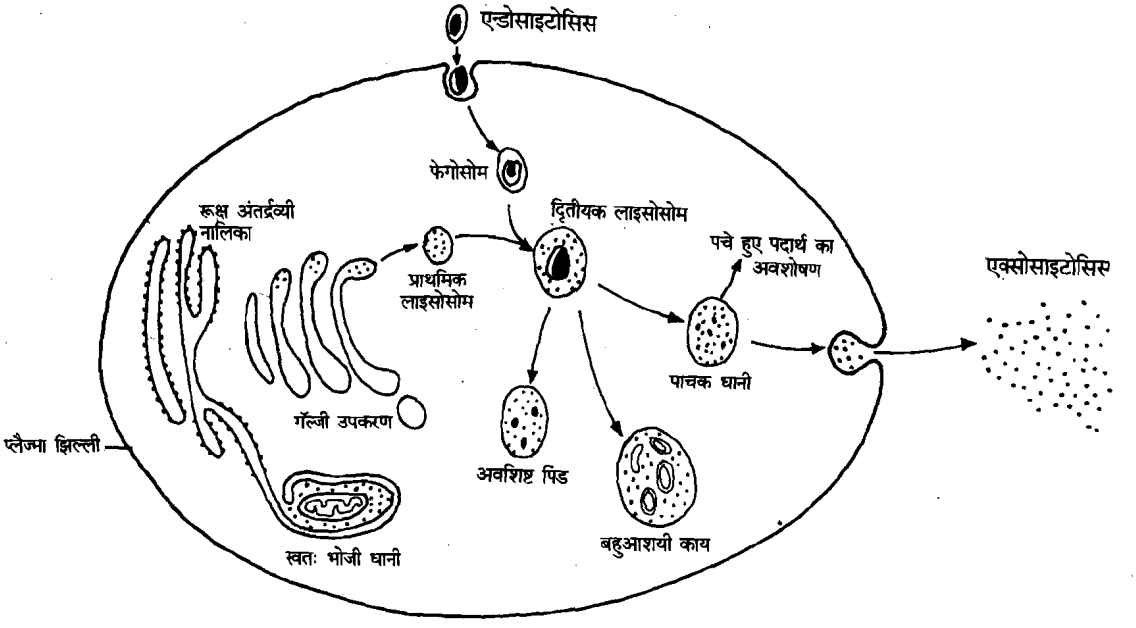
3.4 लाइसोसोम तथा परऑक्सिसोम

लाइसोसोमों की खोज पहली बार क्रिश्चियन डीड्यू नामक वैज्ञानिक ने की थी। अन्य अंगकों के विपरीत— जिन्हें सूक्ष्मदर्शी की सहायता से पहचाना गया था — इन्हें सर्वप्रथम जीव रासायनिक रूप में खोजा गया था। बाद में इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी ने और जीव रासायनिक विधियों ने उनकी प्रकृति तथा कोशिका की क्रियाओं में उनके सहयोग पर अधिक प्रकाश डाला।

इन कणिकाओं को लाइसोसोम (लाइसिस-घुल जाना और सोमा-काय) कहा गया था क्योंकि इनकी क्रिया जल अपघटनी होती है। लाइसोसोम एक झिल्ली से घिरा हुआ आशय होता है जो या तो गॉल्जी-उपकरण के रिलीजिंग फलक में से मुकुलित (buds off) होता है या सीधे ईआर से उत्पन्न होता है। लाइसोसोमों में बड़ी मात्रा में हाइड्रोलेज, विशेष रूप से ऐसिड फास्फेटेज (जिसकी लगभग 50 भिन्न किस्में होती हैं) पाए जाते हैं और ये बृहदणुओं के सभी महत्त्वपूर्ण वर्गों का पाचन कर लेते हैं। ये एन्ज़ाइम अंगक के भीतर pH 5 पर सक्रिय होते हैं। लाइसोसोमों से बचकर निकले एन्ज़ाइमों की क्रिया धीमी हो जाती है क्योंकि कोशिका-द्रव्य का pH 7.0 होता है। pH में इतना अधिक अंतर, कोशिका को पाचन से बचाने का एक उपाय होता है।

लाइसोसोमों में बहुरूपता (Polymorphism)

बहुरूपता (किसी संरचना का एक से अधिक रूपों में विद्यमान होना) लाइसोसोमों की एक महत्त्पूर्ण विशेषता है। कोशिका के भीतर अनेक भिन्न प्रकार के लाइसोसोमों की पहचान की जा चुकी है, जैसे **प्राथमिक लाइसोसोम**, (primary lysosome), **द्वितीयक लाइसोसोम** (secondary lysosome), **अवशिष्ट पिंड** (residual bodies) तथा स्वतःभोजी रिक्तिकाएँ (autophagic vacuoles) चित्र 3.4।



चित्र 3.4 : चित्र में लाइसोसोमों की बहुरूपता को प्रदर्शित किया गया है। प्राथमिक लाइसोसोम, जिनमें पाचक एन्ज़ाइम होते हैं, फैगोसोम के साथ मिलकर द्वितीयक लाइसोसोम बनाते हैं। पाचक उत्पादों को एक्सोसाइटोसिस द्वारा बाहर निकाल दिया जाता है। प्राथमिक लाइसोसोम माइटोकॉन्ड्रिया जैसे कुछ अंगकों के साथ संयोजित होकर स्वतःभोजी रिक्तिका बना सकते हैं। बाहर के पदार्थों के अपूर्ण रूप में पाचन से अवशिष्ट पिंडों का निर्माण होता है।

प्राथमिक लाइसोसोम : ये नवनिर्मित अंगक होते हैं। ऐसा माना जाता है कि ये गॉल्जी-सम्मिश्र के परिपक्वनशील फलक (maturing face) से व्युत्पन्न हुए हैं जिनके पाचन एन्ज़ाइमों ने जलअपघटन में अभी तक भाग नहीं लिया है।

द्वितीयक लाइसोसोम : ये लाइसोसोम प्राथमिक लाइसोसोमों के ऐसे आशयों के संलग्न से बनते हैं जिनमें विविध प्रकार के अवस्तर पाए जाते हैं। इन्हें **फेगोसोम** कहते हैं। संलग्न के बाद इनकी झिल्ली में परिवर्तन हो जाता है और एन्ज़ाइम संक्रियित हो जाते हैं जिससे कि अवस्तर का पाचन हो जाए। संक्रियण के बाद ये

बार-बार जलअपघटन कर सकते हैं। द्वितीयक लाइसोसोम जो कि उन आशयों के साथ संयोजित हो जाते हैं जिनमें बहिकोशिकीय अवस्तर होता है और जो एन्डोसाइटोसिस द्वारा कोशिका के भीतर लाया जाता है — **विषमभोजी लाइसोसोम** (heterophagosome) कहलाते हैं। जो लाइसोसोम ऐसे आशयों से संयोजित होते हैं जिनमें स्वयं कोशिका के कोशिका-द्रव्य से पृथककृत कण (माइटोकोन्ड्रिया, सूक्ष्मकाय तथा अंतर्द्रव्यी जालिका के अंश) भरे होते हैं — **स्वतः भोजी रिक्तिका** कहलाते हैं। विकृतिजन्य दशाओं में अथवा कोशिका की वृद्धि के दौरान कोशिकीय अंगकों का स्वतः पाचन एक सामान्य घटना होती है।

अवशिष्ट पिंड : बाहर के पदार्थों के अपूर्ण पाचन से अवशिष्ट पिंडों का निर्माण होता है। अवशिष्ट पिंड बड़े आकार के और अनियमित शक्ल के होते हैं और इनमें इलेक्ट्रॉनों की सघनता होती है। कुछ कोशिकाओं में ये लंबे समय तक मौजूद रहते हैं और जरण (aging) प्रक्रिया में योग देते हैं। कुछेक कोशिकाओं में अवशिष्ट पिंडों के पदार्थ एक्सोसाइटोसिस द्वारा कोशिका से बाहर चले जाते हैं।

लाइसोसोम विविध प्रकार के पदार्थों में अंतःकोशिकीय पाचन के लिए उत्तरदायी हैं, जैसे खाद्य-अणु, रोगोत्पादक जीव आदि। इस प्रक्रिया को **विषमभोजी** (heterophagy) कहते हैं। लाइसोसोम ही कोशिकाओं के स्वयं के कोशिकाद्रव्यी घटकों का पाचन करते हैं। इस प्रक्रिया को **स्वतः भोजी क्रिया** (autophagy) कहते हैं। यह बात महत्त्वपूर्ण है कि लाइसोसोम विखंडित नहीं होते और इन पदार्थ को जीवित कोशिकाओं के भीतर नहीं छोड़ते, क्योंकि ऐसा होने पर इनके भीतर के पदार्थ कोशिका का पाचन करने लगेंगे और कोशिका मर जाएगी।

बोध प्रश्न 4

विकृतिजन्य दशाओं में किस प्रकार के लाइसोसोमों की प्रचुरता होती है और क्यों ? अपना उत्तर लगभग 30 शब्दों में दीजिए।

.....

.....

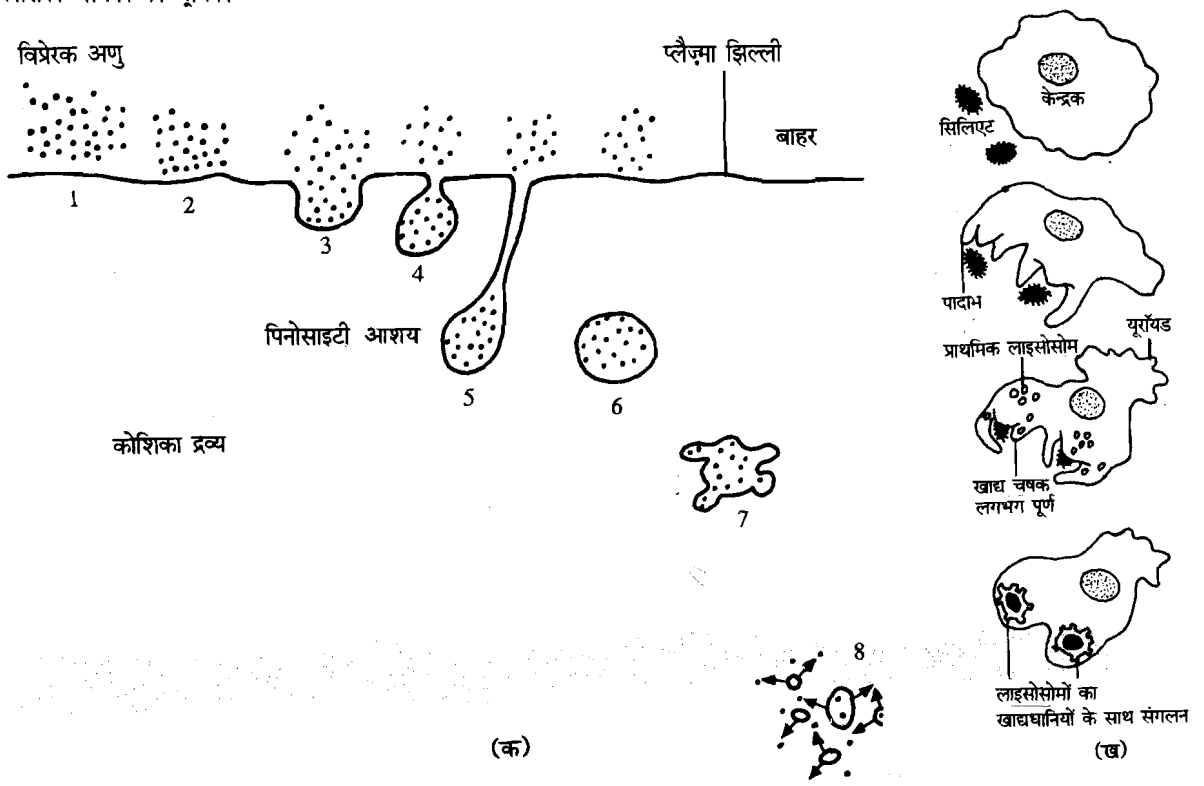
.....

एन्डोसाइटोसिस और एक्सोसाइटोसिस

एन्डोसाइटोसिस वह प्रक्रिया है जिससे कोशिका के बाहर के पदार्थ कोशिका के भीतर लाए जाते हैं और यह कार्य झिल्ली से परिबद्ध आशयों के निर्माण द्वारा होता है। ये बाह्य कोशिकीय पदार्थ प्लैज़्मा झिल्ली के एक छोटे से भाग में बंद हो जाते हैं जो कि अंतर्वलित हो जाता है और **अंतःकोशिकीय आशय** (intracellular vesicle) का रूप ले लेता है। आशयों के निर्माण द्वारा तरल पदार्थों के अंतर्ग्रहण को **पिनोसाइटोसिस (पिनीन–**पी लेना) कहते हैं। पिनोसाइटोसिस की प्रक्रिया उपयुक्त सांद्रता में प्रोटीनों और ऐमीनो अम्लों के मौजूद होने अथवा कोशिका के चारों ओर के माध्यम में प्रमुख आयनों के इकट्ठा हो जाने से प्रेरित होती है। बड़े आकार के आशयों का निर्माण करके बड़े कणों के अंतर्ग्रहण को **फेगोसाइटोसिस** (फैगीन-खा जाना) कहते हैं। फैगोसाइटोसिस की प्रक्रिया लाइसोसोमों की विषमभोजी क्रिया से संबंधित होती है, जैसे यकृत, प्लीहा और अस्थि-मज्जा की पुरानी रुधिर कोशिकाओं का नष्ट होना। एक्सोसाइटोसिस इसके उलटे क्रम में होने वाली क्रिया है जिसमें झिल्लीदार अंतःकोशिकीय आशय, प्लैज़्मा झिल्ली से संलीन हो जाता है और अपने भीतर के पदार्थों को कोशिका के बाहर निकाल देता है। एक्सोसाइटोसिस का सबसे अधिक ज्ञात उदाहरण कोशिका द्वारा स्रवण है। जैसा कि आप पहले पढ़ चुके हैं, गॉल्जी-उपकरण कोशिकाद्रव्यी अंतःकोशिकीय आशयों के निर्माण में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाता है। इन आशयों की झिल्ली प्लैज़्मा झिल्ली से मिल जाती है और आशय के भीतर के पदार्थ बाहर विसर्जित कर दिए जाते हैं। इसे स्रवण कहते हैं।

सूक्ष्मकाय (Microbodies) : परऑक्सिसोम और ग्लाइकोसोम ऐसे सूक्ष्मकाय हैं जो ईआर से बनते हैं और सतही रूप में लाइसोसोमों से मिलते-जुलते होते हैं। परऑक्सिसोम गोलाकार काय होते हैं जिनके ऊपर केवल एक झिल्ली होती है। परऑक्सिसोमों के केंद्र में बारीक कणों से बना एक भाग होता है जिसे **न्यूक्लिऑइड** कहते हैं।

परऑक्सिसोमों में उपचायक (ऑक्सीकारक) एन्ज़ाइम होते हैं जिनका संश्लेषण राइबोसोमों द्वारा किया जाता है। ये एन्ज़ाइम हैं : यूरिक ऐसिड ऑक्सिडेज़, डी-एमिनो ऐसिड ऑक्सिडेज़, हाइड्रॉक्सिल एसिड ऑक्सिडेज़ जो कि उपचयन क्रिया द्वारा हाइड्रोजन परऑक्साइड उत्पन्न करते हैं और परऑक्सिसोमीं कैटेलेज़ (लाइसोसोमों में मिलने वाला एन्ज़ाइम) हाइड्रोजन परऑक्साइड को नष्ट करता है। चूँकि हाइड्रोजन परऑक्साइड कोशिका के लिए विषैला होता है, इसलिए कैटेलेज़ हाइड्रोजन परऑक्साइड का भंजन करके एक प्रकार की सुरक्षात्मक भूमिका निभाता है। अतः परऑक्सिसोम निराविषीकरण (detoxification) में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाता है। हरे पौधों में परऑक्सिसोम एक प्रक्रिया का निष्पादन करते हैं जिसे प्रकाश-श्वसन (photo-respiration) कहते हैं।



चित्र 3.5 : क) पिनोसाइटोसिस की अवस्थाएँ। 1-2 प्रेरक अणुओं का प्लैज़्मा झिल्ली से बंधन, 3-5 झिल्ली में अंतर्वलन, 6-8 प्लैज़्मा झिल्ली से विलगन और छोटे-छोटे आशयों में बंट जाना।

ख) फेगोसाइटोसिस की विभिन्न अवस्थाएँ। खाद्य पदार्थ जैसे सिलिएट की मौजूदगी में (i) कोशिका अपने कूटपादों को निकाल कर (ii) शिकार को धानी में बंद कर लेती है (iii) प्राथमिक लाइसोसोमों के इन धानियों से संलयन के बाद शिकार का पाचन किया जाता है।

ग्लाइऑक्सिसोम परऑक्सिसोमों का ही एक प्रकार है जिसमें आइसोसाइट्रेट लीएज़ और मैलेट सिन्थैटेज़ जैसे एन्ज़ाइम होते हैं जो विशिष्ट रूप से **ग्लॉयाक्सिलेट चक्र** (glyoxylate cycle) में योग देते हैं। इनमें अनेक **क्रेब-चक्र** (krebs cycle) संबंधी एन्ज़ाइम भी होते हैं जिनके बारे में आप आगे पढ़ेंगे। ग्लाइऑक्सिसोम पादप-कोशिका के अनिवार्य घटक होते हैं।

3.5 माइटोकॉन्ड्रिया, क्लोरोप्लास्ट और केन्द्रक

माइटोकॉन्ड्रिया, क्लोरोप्लास्ट तथा केन्द्रक कोशिका के महत्त्वपूर्ण अंगक हैं। इन सभी अंगकों में समान विशेषता यह है कि ये दोहरी झिल्लियों से परिबद्ध होते हैं। माइटोकॉन्ड्रिया जंतु कोशिकाओं के प्रमुख ऊर्जा पारक्रमण अंगक होते हैं। पादप कोशिकाओं में ऊर्जा पारक्रमण का कार्य क्लोरोप्लास्ट द्वारा किया जाता है। इन दोनों अंगकों में संरचनात्मक समानताएँ हैं।

ऊर्जा पारक्रमण : विभिन्न स्रोतों से प्राप्त ऊर्जा, उदाहरण के तौर पर विकिरण ऊर्जा का उपयोगी रूप में रूपांतरण जैसे ऐडेनोसिन ट्राइफ़ास्फ़ेट (ATP)। इस स्थानांतरण को ऊर्जा पारक्रमण कहते हैं।

केन्द्रक कोशिका का "प्रमुख तथा प्रधान" अंगक है। यह प्रोकैरिऑटिक तथा यूकैरिऑटिक कोशिकाओं का विभेदक अंगक है।

आप माइटोकॉन्ड्रिया, क्लोरोप्लास्ट तथा केन्द्रक की संरचना और कार्यों के बारे में निम्न भागों में पढ़ेंगे।

3.5.1 माइटोकॉन्ड्रिया

ऊर्जा स्रोत (ATP) : प्रकाश और भोजन के ऑक्सीकरण से प्राप्त मुक्त ऊर्जा जिसका विशिष्ट रूप में रूपांतरण हो जाता है। मुक्त ऊर्जा का यह विशिष्ट संग्रहक रूप ही एटीपी है । इस विशिष्ट रूप का गतिशीलता, सक्रिय, गमन तथा जैव संश्लेषण में प्रयोग होता है।

माइटोकॉन्ड्रिया, जिन्हें पहले बायोब्लास्ट कहा जाता था, यूकैरिऑटिक कोशिकाओं के कोशिका-द्रव्य में पाए जाते हैं और इनकी विशेषता यह है कि इनमें विशिष्ट आकारिकीय, जीवरासायनिक तथा प्रकार्यात्मक गुण होते हैं। माइटोकॉन्ड्रिया (माइटो=सूत्र और कॉन्ड्रिया=कणिकाएँ) सामान्यतः दंडाकार लंबी संरचनाएँ होती हैं। ये साधारण भाषा में कोशिका के "ऊर्जा" भण्डार कहलाते हैं क्योंकि ये ही वे अंगक हैं जिनमें कोशिका में एटीपी (ऊर्जा उत्पन्न करने वाले तत्व) उत्पन्न होते हैं। ऐसा माना जाता है कि माइटोकॉन्ड्रिया में गति की क्षमता होती है और ये कोशिका के भीतर अपनी शक्ल तथा स्थान दोनों को बदल सकते हैं।

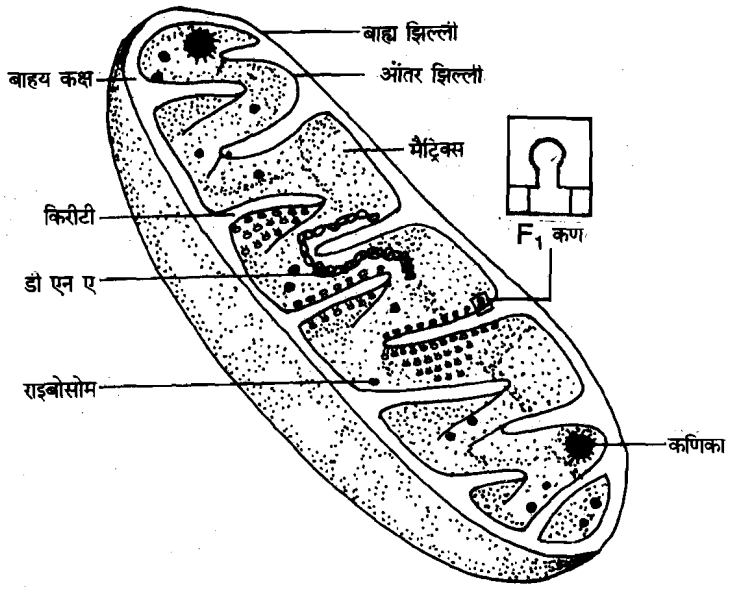
माइटोकॉन्ड्रिया में दो झिल्लियाँ होती हैं (बाहरी और भीतरी) और दो कक्ष होते हैं (एक बाहरी और एक भीतरी)। बाहरी झिल्ली तीन परतों वाली होती है और भीतरी झिल्ली से 6-8 nm दूरी पर रहती है। भीतरी

झिल्ली से कई अंतर्वलन निकले होते हैं जिन्हें क्रिस्टी (cristae) अथवा माइटोकॉन्ड्रियमी शिखर (mitochondrial crests) कहते हैं। क्रिस्टियों की संख्या और शक्ल में विभिन्नता होती है। सामान्यतः ये एक दूसरे के समांतर स्थित होती है अथवा चट्टे के रूप में व्यवस्थित होती है और अपूर्ण कक्ष बनाती है जैसे यकृत कोशिकाओं में क्रिस्टियों की संख्या कोशिका की उपापचयी क्रिया पर निर्भर होती है। स्वयं माइटोकॉन्ड्रिया भी अक्सर उच्च उपापचयी क्रिया वाले क्षेत्र में सकेंद्रित रहते हैं, जैसे हृदय पेशियों में और कीट तथा पक्षी की उड़ान पेशियों में।

बाहरी और भीतरी झिल्ली के बीच का तरल से भरा हुआ स्थान **अंतराझिल्ली** (intermembrane) कहलाता है । भीतरी झिल्ली द्वारा घेरी हुई जगह को **मैट्रिक्स** कहते हैं। यह सघन तथा प्रोटीन-युक्त पदार्थ का बना होता है। मैट्रिक्स सामान्यतः समांगी होता है परन्तु कभी-कभी इसमें बारीक तंतुमय पदार्थ या छोटे-छोटे सघन कण भी हो सकते हैं जो Mg^{2+} और Ca^{2+} आयनों (ions) के बंधन-स्थल होते हैं। माइटोकॉन्ड्रिया में अविभाजित मैट्रिक्स अविच्छिन्न रूप में होता है इसका कारण यह है कि क्रिस्टी भीतरी कक्ष को पृथक खंडों में विभाजित नहीं करती। मैट्रिक्स में राइबोसोम, आरएनए और वृत्ताकार डीएनए के एक या दो अणु होते हैं —यह माइटोकॉन्ड्रिया का एक प्रमुख गुण होता है। डीएनए, आरएनए और राइबोसोम के मौजूद होने के कारण माइटोकॉन्ड्रिया अपने ही आकार के अंगक अर्थात् अपनी स्वप्रतिकृति तैयार कर सकते हैं और इस प्रकार अपनी कुछ प्रोटीनों और झिल्ली के पदार्थ का संश्लेषण कर सकते हैं।

मैट्रिक्स में टीसीए चक्र और वसा-अम्ल उपचयन क्रियाओं से संबंधित एन्ज़ाइम पाए जाते हैं। उपचयन और अपचयन अभिक्रिया मुख्य रूप से माइटोकॉन्ड्रिया की भीतरी झिल्ली में सम्पन्न होती है और इस क्रिया के फलस्वरूप एडीपी, एटीपी में बदलता है।

क्रिस्टी मशरूम अर्थात् कुक्कुरमुत्ते जैसे कणों से ढकी हुई प्रतीत होती है जिन्हें F_1 कण (प्रारंभिक कण अथवा ऑक्सीसोम) कहते हैं। ये कण छोटी संवृत्त गोलाकार संरचनाएँ होती हैं जिनमें ऐटीपीऐज नामक एन्ज़ाइम होता है जो **ऑक्सीकरणीय फॉस्फोरीलेशन** (oxidative phosphorylation) क्रिया में योग देता है (इसके बारे में आप खंड 3 में विस्तार से पढ़ेंगे)। F_1 कण अखंडित माइटोकॉन्ड्रिया में दिखाई नहीं देते क्योंकि ये भीतरी झिल्ली के सम्मिलित (integrated) भाग होते हैं।



चित्र 3.6 : माइटोकॉन्ड्रिया का त्रिविमीय चित्र (अनुदैर्घ्य सेक्शन)। भीतरी झिल्ली के वलन को क्रिस्टी कहते हैं । उनकी मैट्रिक्स वाली ओर F_1 कण होते हैं। भीतर की ओर F_1 कण दिखाई दे रहे हैं जिनमें एक सिर होता है और एक वृंत।

माइटोकॉन्ड्रिया की भीतरी झिल्ली, कोशिका में एटीपी उत्पादन का स्थल होती है। इसलिए क्रिस्टी जितनी अधिक होगी उतना ही सतही क्षेत्र एटीपी उत्पादन के लिए मिल सकेगा। माइटोकॉन्ड्रिया की संरचना अंगकों में होने वाली शरीरक्रियात्मक गतिविधियों के अनुसार बदलती रहती है। यदि बाहय एटीपी की मात्रा कम हो अथवा श्वसन-शृंखला अवरुद्ध हो तो माइटोकॉन्ड्रिया परम्परागत अवस्था अथवा **अक्रिय अवस्था** (orthodox state or inactive state) में आ जाता है। इस अवस्था में मैट्रिक्स माइटोकॉन्ड्रिया के अपेक्षाकृत बड़े क्षेत्र में फैला होता है और इस कारण बाहरी कक्ष छोटा हो जाता है।

तथापि यदि माध्यम में एडीपी मिला दिया जाए तो भीतरी कक्ष में एकदम संकुचन होता है। इसे **संघनित अवस्था** (condensed state or active state) कहते हैं अर्थात् ऐसी अवस्था जिसमें माइटोकॉन्ड्रिया सक्रिय रूप में फास्फोरीलेशन और इलेक्ट्रॉन परिवहन (electron transport) का कार्य करता है और अंतराझिल्ली स्थान काफी आवर्धित होता है।

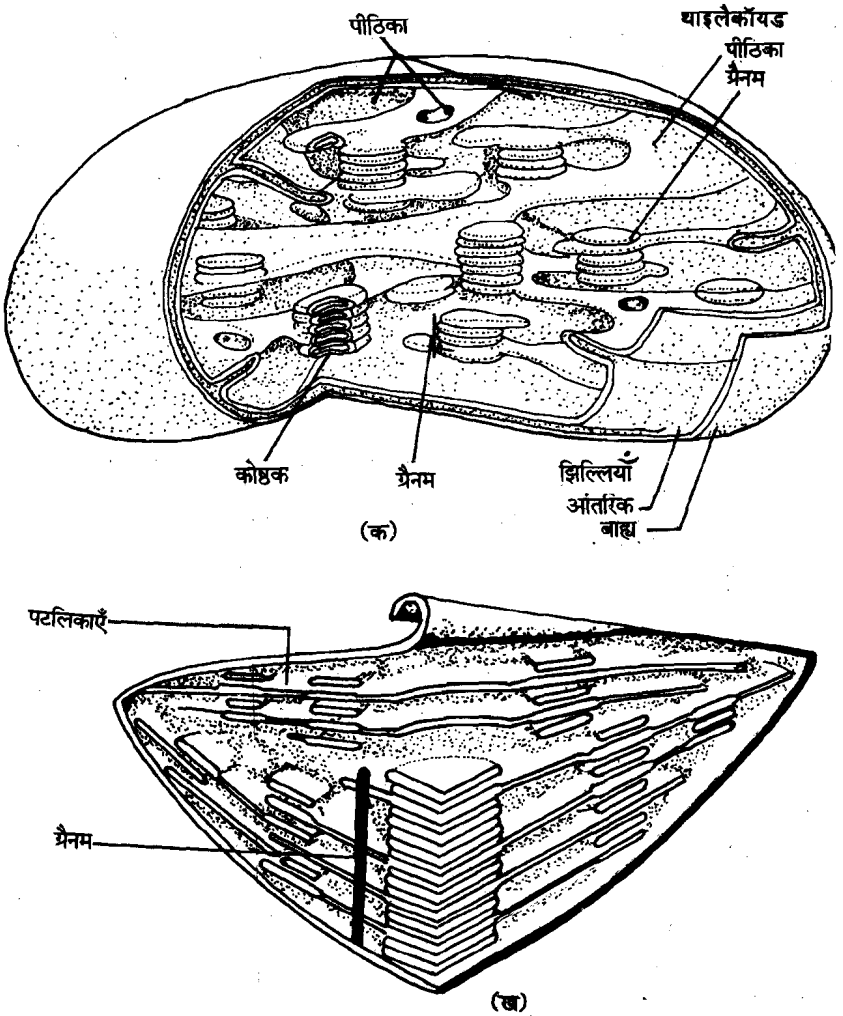
3.5.2 क्लोरोप्लास्ट

प्लैस्टिड केवल पादप-कोशिकाओं में पाए जाते हैं। माइटोकॉन्ड्रिया व केन्द्रक की तरह ये दो झिल्लियों से परिबद्ध रहते हैं और चूँकि इनमें अपना आनुवंशिक पदार्थ, यानी डीएनए, आरएनए और राइबोसोम, होता है इसलिए से स्वतः प्रतिकृति तैयार कर सकते हैं। वर्णकों के रंगों के आधार पर प्लैस्टिड को क्लोरोप्लास्ट, क्रोमोप्लास्ट और ल्यूकोप्लास्ट में वर्गीकृत किया गया है।

क्लोरोप्लास्ट, जो मुख्यतः हरे पौधों की पत्तियों की पेलिसेड कोशिकाओं में पाए जाते हैं, सबसे सामान्य किस्म के अंगक होते हैं और जीवविज्ञान की दृष्टि से ये महत्त्वपूर्ण प्लैस्टिड होते हैं। क्लोरोप्लास्ट चिकनी बाहरी झिल्ली द्वारा परिमित होते हैं जो कि पदार्थों के कोशिका-द्रव्य में तथा अंगक के भीतरी भाग में परिवहन को नियंत्रित करती है। भीतरी झिल्ली बाहरी झिल्ली के समांतर फैली होती है और इससे बहुत सारे वलन निकले होते हैं। भीतरी झिल्ली भीतर की समांतर झिल्लीदार परतों को जन्म देती है जिन्हें पटलिकाएँ (lamellae) कहते हैं। पटलिकाएँ तरल सदृश मैट्रिक्स—जिसे पीठिका (stroma) कहते हैं — में निलंबित रहती हैं। स्ट्रोमा में लगभग 50 प्रतिशत प्रोटीन (घुलनशील किस्म का) राइबोसोम, डीएनए और प्रोटीन संश्लेषण के लिए आवश्यक अन्य सामग्री होती है (चित्र 3.7)।

क्लोरोप्लास्टों में पाई जाने वाली अधिकांश पटलिकाएँ व्यवस्थित होकर कोष-जैसी संरचनाओं का निर्माण करती हैं जिन्हें **थाइलैकॉइड** कहते हैं। ये चपटे आशय होते हैं और स्ट्रोमा में एक झिल्लीदार विरल जाल के रूप में व्यवस्थित होते हैं। थाइलैकॉइड सिक्कों के ढेर की भांति एक के ऊपर एक चिति के रूप में जमे हुए हो सकते हैं और ये **ग्रेना** बनाते हैं।

एक प्रारूपी क्लोरोप्लास्ट में 40 से 60 तक ग्रेना होते हैं और प्रत्येक ग्रैनम में 2 से लेकर 100 तक छोटे व चपटे थाइलैकॉइड हो सकते हैं। जब थाइलैकॉइडों को चिति से अलग किया जाता है तो ये स्ट्रोमा कहलाते हैं। क्लोरोप्लास्ट प्रोटीन और प्रकाश-संश्लेषण के मुख्य चरणों में योग देने वाले विभिन्न घटकों की कुल मात्रा का 50 प्रतिशत **थाइलैकॉइडों** में ही होता है (चित्र 3.7)।



चित्र 3.7 : क) मक्का की पत्ती की कोशिका का क्लोरोप्लास्ट। क्लोरोप्लास्ट की भीतरी झिल्ली संलयन करके बनाती है जिन्हें थाइलैकॉइड कहते हैं। इन थाइलैकॉइडों में ही प्रकाश-संश्लेषण होता है। थाइलैकॉइड एक के ऊपर एक की तरह ढेरी में जमा रहता है जिन्हें ग्रैना कहते हैं।

ख) क्लोरोप्लास्ट का अनुप्रस्थ सेक्शन पटलिकाओं और ग्रैना की व्यवस्था को दिखाते हुए।

क्लोरोफिल, कैरोटिनाइड और प्लैस्टोक्विनीन नामक वर्णक थाइलैकॉइड झिल्लियों में मौजूद होते हैं जिनके द्वारा प्रकाश संश्लेषण होता है। क्लोरोफिल हरे रंग का वर्णक होता है और क्लोरोप्लास्ट में पाया जाता है। क्लोरोफिल का कार्य प्रकाशीय ऊर्जा को ग्रहण करना होता है जिसकी दो उत्पादों के निर्माण के लिए जरूरत होती है अर्थात् एटीपी और एनएडीपीएच जो कि स्वांगीकरण अभिक्रियाओं के लिए अनिवार्य होते हैं। क्रोमोप्लास्ट वे प्लैस्टिड होते हैं जो रंगों वाले वर्णक जैसे कैरोटिनाॅइडों का संश्लेषण और भंडारण करते हैं।

कैरोटिनॉइडो, जिनमें कैरोटीन और ज़ैंथोफिल शामिल हैं, के कारण ही पौधों में पीले, केसरी या लाल रंग देखे जाते हैं। ये जंतु ऊतकों में विटामिन "ए" के पूर्वगामी के रूप में कार्य करते हैं। ल्यूकोप्लास्ट रंगहीन प्लैस्टिड होते हैं जो भंडार-अंगक के रूप में कार्य करते हैं। इन्हें भंडार किए जाने वाले पदार्थ के आधार पर वर्गीकृत किया जाता है, जैसे एमाइलोप्लास्ट जो कार्बोहाइड्रेटों को स्टार्च के रूप में एकत्रित करते हैं।

माइटोकॉन्ड्रिया और क्लोरोप्लास्ट के बीच कुछ संबंध

क) माइटोकॉन्ड्रिया और क्लोरोप्लास्ट दोनों का समान विधि से उद्भव होता है और विकसित होते हैं । ये पहले से विद्यमान अंगकों के विखंडन द्वारा बनते हैं, उदाहरण के लिए प्रोप्लास्टिड विकसित होकर परिपक्व क्लोरोप्लास्ट बनाते हैं।

ख) दोनों ही अर्धस्वायत्त अंगक (semi-autonomous organelles) होते हैं क्योंकि दोनों में डीएनए, आरएनए और राइबोसोम होते हैं और इन सभी तत्वों की प्रोटीन-संश्लेषण के लिए ज़रूरत होती है। मैट्रिक्स में मौजूद माइटोकॉन्ड्रिया डीएनए (mt DNA) वृत्ताकार होता है और सामान्यतः हर माइटोकॉन्ड्रिया में एक प्रतिकृति पाई जाती है। क्लोरोप्लास्ट का डीएनए माइटोकॉन्ड्रिया डीएनए से काफी बड़ा होता है। यद्यपि राइबोसोम भी मौजूद होते हैं परन्तु क्लोरोप्लास्टों की आनुवंशिक सूचना सीमित होती है।

ग) सहजीवी परिकल्पना (symbiont hypothesis) से भी ऐसा प्रतीत होता है कि प्रोकैरिऑटो और माइटोकॉन्ड्रिया तथा क्लोरोप्लास्ट के बीच कई समानताएँ हैं, जैसे डीएनए और राइबोसोमों का मौजूद होना। ऐसा विचार किया जाता था कि माइटोकॉन्ड्रिया और क्लोरोप्लास्ट प्रोकैरिऑटिक अंतरकोशिकीय परजीवी रहे होंगे जिन्होंने बाद में यूकैरिऑटिक कोशिकाओं के साथ सहजीवी संबंध स्थापित कर लिए।

3.5.3 केंद्रक

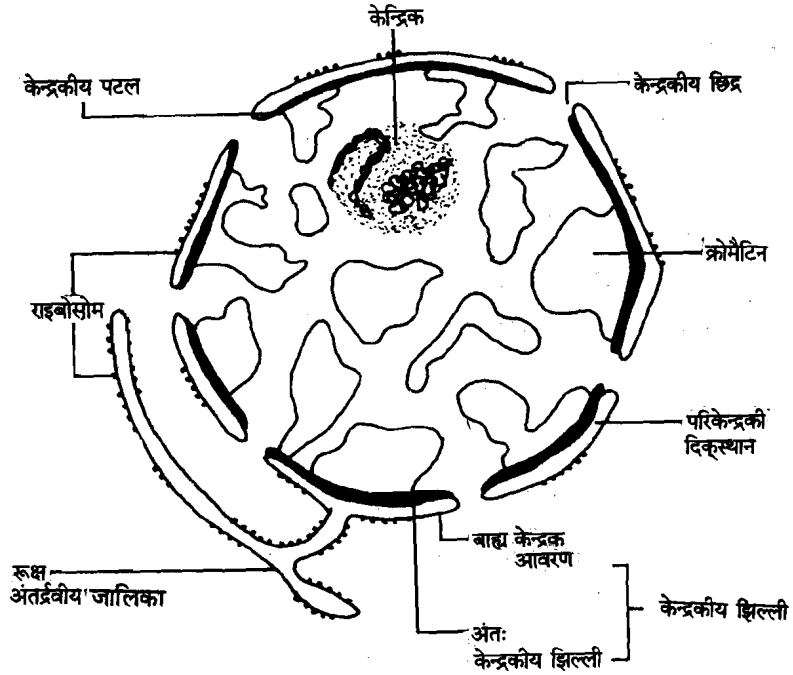
केंद्रक एक महत्त्वपूर्ण अंगक होता है जो यूकैरिऑटिक कोशिका की सभी गतिविधियों को नियंत्रित करता है। जैसा कि आप इकाई 1 में पढ़ चुके हैं कि युकैरिऑटों में सुनिश्चित केंद्रक होता है जबकि प्रोकैरिऑटों में कोशिका-द्रव्य में केंद्रक क्षेत्र होते हैं। कुछ कोशिकाओं में एक से अधिक केंद्रक होते हैं, उदाहरण के लिए चूहे के यकृत में प्रत्येक कोशिका में 2 या 3 केन्द्रक होते हैं। केंद्रक के आकार और शक्ल में विभिन्नता होती है। तथापि कुछ कोशिकाओं की परिपक्व अवस्था में केंद्रक नहीं होता, जैसे लाल रुधिर कोशिकाओं और चालनी नलिका (sieve tube) कोशिकाओं में (संवहनी पौधों की वहन कोशिकाओं में)।

इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी के प्रयोग से पहले केंद्रक में एक ही झिल्ली का होना माना जाता था परन्तु इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी के नीचे रखकर देखने पर पता चला कि इसमें दो झिल्लियाँ होती हैं जिन्हें **केन्द्रक आवरण** (nuclear envelope) कहते हैं । बाहरी और भीतरी झिल्ली के बीच संकीर्ण अवकाश द्वारा वे पृथक रहती हैं। इस अवकाश को **परिकेंद्रीय स्थान** (perinuclear space) कहते हैं। बाहरी झिल्ली अंतर्द्रव्यी जालिका के संपर्क में रहती है और भीतरी झिल्ली केंद्रक के पदार्थ को घेरे रहती है। किसी-किसी जगह पर केंद्रक आवरण में छोटी-छोटी संरचनाओं के कारण अवरोध होता है जिन्हें रंध्र (pores) कहते हैं। ये रंध्र वृत्ताकार संरचनाओं से घिरे होते हैं जिन्हें एन्यूलस (annulus) कहते हैं। रंध्र और एन्यूलस को मिलाकर **रंध्र सम्मिश्र** (pore complex) कहते हैं। आवरण की दोनों झिल्लियाँ इन रंध्रों के चारों ओर मिली हुई होती हैं। केंद्रक द्रव्य (nucleoplasm) तथा कोशिका-द्रव्य के मध्य पदार्थों के विनिमय में ये रंध्र सहायता करते हैं (चित्र 3.8)। ये रंध्र न होते तो आर एन ए केंद्रक से बाहर ही नहीं निकल पाते। केंद्रक का आवरण एक गतिक संरचना होती है। यह एक प्राकृतिक रोधिका ही नहीं होती बल्कि आयनों और छोटे अणुओं के विनिमय को भी नियंत्रित करती है। कोशिका-विभाजन के दौरान केंद्रक आवरण लुप्त हो जाता है और केंद्रकीय पदार्थ के पुनःसंगठन के दौरान यह फिर से दिखाई देने लगता है।

केंद्रकद्रव्य में अनेक संरचनाएँ होती हैं जैसे केन्द्रिक (nucleolus), क्रोमैटिन और क्रोमैटिन जालक (क्रोमोसोम) ।

केन्द्रिक एक गोलाकार संरचना होती है जो शेष केन्द्रकद्रव्य से किसी झिल्ली द्वारा पृथक नहीं रहती। केन्द्रिक, गुणसूत्रों पर स्थित एक विशिष्ट क्षेत्र जिसे केन्द्रिक संघटक (nucleolar organising region) कहते हैं, से उत्पन्न तथा संबंधित होता है। केन्द्रिक में आर आर एन ए का संश्लेषण होता है और राइबोसोमी उप इकाइयाँ आर एन ए तथा प्रोटीन आंशिक रूप में इकट्ठा होती हैं। उन कोशिकाओं में केन्द्रिक बड़े आकार के और संख्या में अपेक्षाकृत अधिक होते हैं जो प्रोटीन-संश्लेषण के काम में सक्रिय रूप से संलग्न होती है।

कोशिका की सुप्तावस्था के दौरान गुणसूत्र अंकुडलित होकर ढीले और अस्पष्ट जालक का रूप ले लेते हैं जिसे क्रोमैटिन कहते हैं। इनमें डीएनए, आरएनए, और प्रोटीन होती है। ये प्रोटीन हिस्टोन और नॉनहिस्टोन किस्म की होती है (देखिए इकाई 1)।



चित्र 3.8 : केंद्रक दोहरी झिल्ली का बना होता है जिसे केंद्रक-आवरण कहते हैं जो कि केंद्रक द्रव्य नामक तरल को घेरे रहता है। अनुप्रस्थ सेक्शन में इस आवरण की दो झिल्लियों की परत में एक केंद्रक रंध्र होता है।

बोध प्रश्न 5

क) आंत की कोशिकाओं को बड़ी मात्रा में ऊर्जा की जरूरत होती है ताकि आंत की गुहिका में से पदार्थों का अवशोषित किया जा सके। आपके विचार से इन कोशिकाओं में कौन से अंगक बहुत अधिक सकेंद्रित होंगे और क्यों? अपना उत्तर नीचे दी हुई जगह में दीजिए।

ख) केन्द्रक झिल्ली अनेक स्थानों पर केंद्रक रंध्रों द्वारा रोधित रहती है। इनकी महत्ता क्या है? अपना उत्तर नीचे दी हुई जगह में दीजिए।

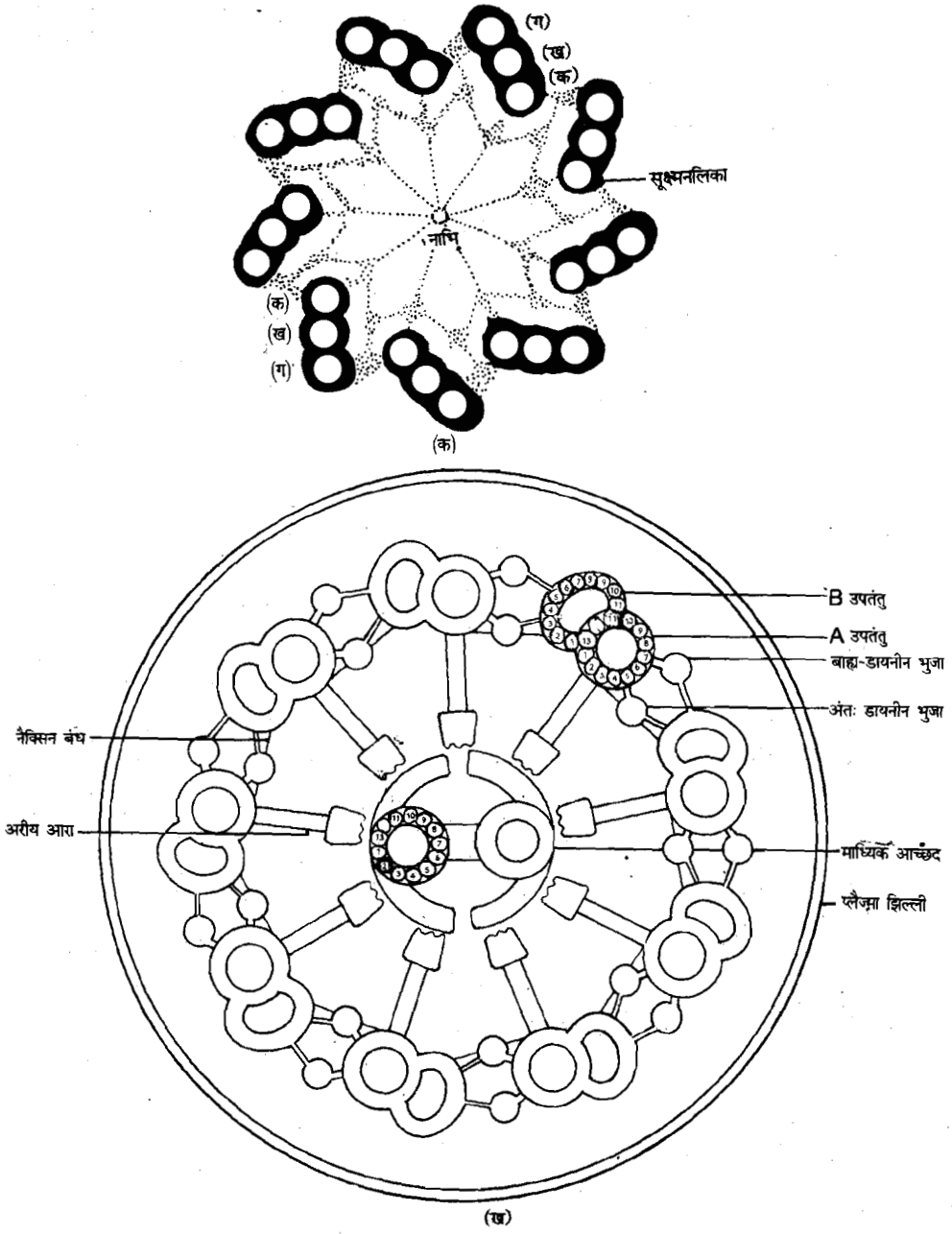
3.6 कोशिका-कंकाल तंत्र

यूकैरिऑटिक कोशिकाओं में भिन्न आकार और उच्च कोटि की आंतरिक व्यवस्था होती है। इसके अतिरिक्त उनमें अपना आकार बदलने, अपने अंगकों के पुनर्स्थापन और बहुधा एक स्थान से दूसरे स्थान तक जाने की क्षमता होती है। ये आकार, आंतरिक व्यवस्था और जाति की क्षमता प्रोटीन के जटिल जाल पर निर्भर करती है। यह जाल यूकैरिऑटिक कोशिका के लिए "हड्डी और माँसपेशी" का काम करता है और इसे कोशिका का कंकाल तंत्र (cytoskeletal system) कहते हैं। कोशिका का कंकाल कोशिका के आकार को बनाए रखता है और उसकी गतियों में सहायता करता है।

इस भाग में आप तारक केन्द्र (centriole), पक्ष्माभ (cilia), कशाभ (flagella), सूक्ष्मनलिकाओं (microfilaments) तथा सूक्ष्मतंतुओं (microtubules) के बारे में पढ़ेंगे।

तारक केन्द्र तथा आधार-पिंड

तारक केन्द्र प्रायः केंद्रक के निकट पाए जाते हैं और ये जोड़ों में मिलते हैं। तारक केन्द्र में तिहरी सूक्ष्मनलिकाओं के नौ सैट त्रिजीय सममिति में व्यवस्थित होते हैं और यही इसकी मुख्य विशेषता है (चित्र 3.9)। संरचना की दृष्टि से आधार-पिंड तारक केन्द्रों के समान होते हैं परन्तु इनसे कशाभिकाएँ और पक्ष्माभिकाएँ उत्पन्न होती हैं जो कि तारक केन्द्र से नहीं होती।



चित्र : 3.9 : क) तारक केन्द्र का चित्र : तारक केन्द्र में समरूप तिहरी रचनाओं के नौ सेट होते हैं और प्रत्येक तिहरी रचना में तीन सूक्ष्मनलिकाएँ होती हैं जिनमें से एक पूर्ण (क) और दो अपूर्ण (ख और ग) होती है। ये तिहरी रचनाएँ एक-दूसरे के समांतर व्यवस्थित होती हैं। तारक केन्द्र के चारों ओर कोई झिल्ली नहीं होती। पदार्थ के सूत्र प्रत्येक 'क' नलिका से भीतर की ओर जाकर केंद्रीय अक्ष (hub) पर जा कर मिलते हैं। अनुप्रस्थ सेक्शन में ये सूत्र तारक केन्द्र को बैलगाड़ी के पहिए की सी शक्ल प्रदान करते हैं।

ख) एक पक्ष्माभ अथवा कशाभ का चित्र, जैसा कि उसके अनुप्रस्थ सेक्शन में दिखाई देता है। पक्ष्माभिका और कशाभिका में सूक्ष्मनलिकाएँ 9+2 रूप में व्यवस्थित होती है। दो अलग-अलग सूक्ष्मनलिकाओं के केंद्रीय आच्छद को नौ दुहरी सूक्ष्मनलिकाएँ घेरे रहती हैं। प्रत्येक के उपसूत्र (subfiber) की दुहरी रचना की एक सूक्ष्मनलिका में 13 प्राकसूत्र (protofilaments) होते हैं 'ब' उपसूत्र अपूर्ण होता है और इसमें 11 प्राकसूत्र होते हैं। प्रत्येक उपसूत्र 'क' के अरीय भुजाँए केंद्रीय अक्ष तक जाते हैं। पड़ोसी दुहरी रचनाएँ मोजकों द्वारा जुड़ी रहती हैं। प्रत्येक 'ब' उपसूत्र से दो भुजाएँ निकली होती हैं — एक बाहरी भुजा और एक भीतरी भुजा, जिनमें प्रोटीन डाइनीन होती है जो एटीपी को विखंडित कर सकती है।

पक्ष्माभ और कशाभ : पक्ष्माभ और कशाभ संचलन अंगक होते हैं जो या तो कोशिका को आगे बढ़ाने का या कोशिका के आस-पास से पदार्थों को दूर हटाने का काम करते हैं। कशाभों की तुलना में पक्ष्माभ सामान्यतः छोटे आकार की और संख्या में अधिक होती है। कशाभ प्रायः अलग-अलग होती है या छोटे-छोटे समूहों में पाई जाती है। कशाभ और पक्ष्माभ की संरचना समान होती है। प्रत्येक में नौ जोड़ी सूक्ष्मनलिकाओं का बना एक वृत्त होता है जिसके केंद्र में दो एकल सूक्ष्मनलिकाएँ होती हैं जिन्हें एक्सोनीम (axoneme) कहते हैं। प्रोटीन द्वारा ये सूक्ष्मनलिकाएँ एक्सोनीम से और साथ ही एक-दूसरे से भी जुड़ी रहती हैं।

सूक्ष्मनलिकाएँ और सूक्ष्मतंतु (Microtubules and Microfilaments)

नलिकाएँ सबसे अधिक स्पष्ट दिखाई देने वाले संरचनात्मक तंतु होते हैं। ये लंबे और खोखले सिलिंडरों के रूप में होती हैं जो ट्यूबुलिन नामक प्रोटीन के बहुलक होते हैं। ये कोशिका के आकार को बनाए रखने में सहायता प्रदान करती हैं और अंतःकोशिकीय गति के लिए महत्त्वपूर्ण होती है। सूक्ष्मनलिकाएँ गतिक संरचनाओं का निर्माण करती हैं, जैसे ऐस्टर और तर्कु तंतु (कोशिका-विभाजन से संबंधित) और जटिल अंगक जैसे तारक केंद्र, आधार-पिंड, पक्ष्माभ और कशाभ। कोशिका विभाजन के दौरान सूक्ष्मनलिका कोशिका के केंद्र से — जो सूक्ष्मनलिका का व्यवस्थापक केंद्र होता है और केंद्रक के निकट स्थित होता है — अरीय रूप में स्थित हो जाती है । ये सूक्ष्मनलिकाएँ ही ऐस्टर (aster) और तर्कु तंतु (spindle) होती है जो नई कोशिकाओं में गुणसूत्रों के समान वितरण में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाती है।

सूक्ष्मतंतु सूक्ष्मनलिकाओं के निकट स्थित पाए जाते हैं और कोशिका झिल्ली के पास जाल का निर्माण करते हैं। ये एक्टिन नामक पदार्थ के बने होते हैं और साइटोसोल के जाल के सांतत्य में रहते हैं। ये कोशिकाद्रव्यी तंतुमय संरचना (प्रोटीन) होती हैं। ये कोशिका-कंकाल बनाने और संकुचन का काम करते हैं और कोशिकीय गति में मदद देते हैं।

सूक्ष्मनलिकाओं और सूक्ष्मतंतुओं के अतिरिक्त अनेक कोशिकाओं में कोशिका कंकालीय घटक होते हैं जो मध्यवर्ती आकार वाले तंतुओं के बने होते हैं और कोशिका को एक स्थान पर जमाए रखने और कोशिकीय आकार को बनाए रखने में सहायता करते हैं।

3.7 सारांश

इस इकाई में आपने पढ़ा है कि :

- कोशिकाओं में विभिन्न प्रकार की गतिक कोशिकाद्रव्यी संरचनाएँ होती हैं जिनके विशिष्ट कार्य होते हैं। ये कोशिकाद्रव्यी अंग एकल अथवा दुहरी झिल्ली वाली संरचना होते हैं। माइटोकॉन्ड्रिया, केन्द्रक और प्लैस्टिड दुहरी झिल्ली संरचनाएँ हैं और गॉल्जी-काय तथा लाइसोसोम केवल एक ही झिल्ली से परिबद्ध होते हैं।
- अंतर्द्रव्यी जालिका दो झिल्लियों वाला कोशिकीय अंगक होता है। अंतर्द्रव्यी जालिका अर्थात् ईआर दो प्रकार के होते हैं : आरईआर तथा एसईआर। उन कोशिकाओं में जो सक्रिय रूप से प्रोटीन संश्लेषण में लगी रहती हैं आरईआर सुविकसित होता है और एसईआर उन कोशिकाओं में सुविकसित होता है जो लिपिड-संश्लेषण में सक्रिय रूप से लगी रहती है।
- गॉल्जी-उपकरण (पौधों में डिक्टिओसोम) ईआर और प्लैज़्मा झिल्ली के बीच स्थित होता है। प्रत्येक डिक्टियोसोम के दो फलक होते हैं अर्थात् एक निकटस्थ फलक जो केंद्रक झिल्ली के निकट होता है और दूरस्थफलक जो स्रावी आशयों का निर्माण करता है।
- लाइसोसोम पादप और जंतु दोनों प्रकार की कोशिकाओं में पाचन कार्य करते हैं। इनमें हाइड्रोलेज़ एन्ज़ाइम होते हैं जो जैविक पदार्थों का पाचन करते हैं। लाइसोसोमों में बहुरूपता देखी जाती है अर्थात् लाइसोसोम भिन्न-भिन्न रूपों में मिलते हैं : प्राथमिक लाइसोसोम, द्वितीयक लाइसोसोम, स्वतःभोजी रिक्तिकाएँ तथा अवशिष्ट पिंड।
- एन्डोसाइटोसिस ठोस तथा द्रव रूप खाद्य-पदार्थ को क्रमशः फैगोसाइटोसिस और पिनोसाइटोसिस द्वारा ग्रहण करने की प्रक्रिया होती है। एक्सोसाइटोसिस इसके विपरीत प्रक्रिया है जिसके द्वारा कोशिकाओं के भीतर के पदार्थ कोशिका से बाहर निकाल दिए जाते हैं।
- माइटोकॉन्ड्रिया — जो कि कोशिका का "ऊर्जा गृह" होता है —सिलिंडरनुमा संरचनाएँ होती हैं जिनके ऊपर एक बाहरी और भीतरी झिल्ली होती है। भीतरी झिल्ली वलयित होकर अनेक क्रिस्टियों का निर्माण करती है जो कि झिल्ली का जलअपघटन करने पर F_1 कणों को अनावृत कर देते हैं। माइटोकॉन्ड्रियी मैट्रिक्स में वे सभी एन्ज़ाइम होते हैं जो कि ट्राइकार्बोक्सिलिक अम्ल चक्र (टीसीए) में भाग लेते हैं। साथ ही इसमें राइबोसोम और डीएनए भी होते हैं।
- प्लैस्टिड कई प्रकार के होते हैं, जैसे क्लोरोप्लास्ट, एमाइलोप्लास्ट, ल्यूकोप्लास्ट। क्लोरोप्लास्ट सबसे प्रचुर मात्रा में होते हैं और समस्त हरे पौधों में मिलते हैं। क्लोरोप्लास्ट में मैट्रिक्स पदार्थ होता है जिसे

पीठिका कहते हैं। पीठिका में अनेक पटलिकाएँ अथवा थाइलैकॉइड निलंबित रहते हैं। थाइलैकॉइडों की चितियों से ग्रैना बनता है।

- केंद्रक दुहरी झिल्ली वाली संरचना होती है। बाहरी झिल्ली अथवा आवरण ईआर के सातत्य में रहता है जबकि भीतरी झिल्ली केन्द्रक द्रव्य को घेरे रहती है। केंद्रक द्रव्य में क्रोमैटिन जालक अंतःस्थापित रहता है। केंद्रक में डीएनए, आरएनए तथा प्रोटीन (अम्लीय तथा क्षारीय) होते हैं । तारक केंद्र, पक्ष्माभ, कक्षाभ, सूक्ष्मनलिकाएँ तथा सूक्ष्मतंतु मिलकर कोशिका-कंकाल तंत्र बनाते हैं। तारक केन्द्र अधिकांशतः जंतु-कोशिकाओं में पाए जाते हैं। तारक केन्द्र के अनुप्रस्थ सेक्शन (cross-section) को देखने पर इसमें सूक्ष्मनलिकाओं के तीन-तीन के समूह देखें जाते हैं। प्रत्येक तिहरी रचना में 2 पूर्ण (क और ख) तथा 1 अपूर्ण (ग) वलय होता है। केन्द्र में कोई सूक्ष्मनलिका नहीं होती, इसलिए इसमें 9 + 0 की रचना दिखाई देती है। तारक केन्द्र कोशिका-विभाजन में हिस्सा लेते हैं। पक्ष्माभों और कशाभों की संरचना तारक केंन्द्र के समान होती है परंतु इनमें 9 + 2 की रचना होती है जिसमें से 9 सूक्ष्मनलिकाएँ दुहरी रचनाओं के रूप में (क और ख) तथा केंद्रीय सूक्ष्मनलिकाएँ जोड़े में होती हैं। क और ख वलयों में डाइनीन की भुजा होती है। कशाभों की तुलना में पक्ष्माभों की संख्या अधिक और आकार छोटा होता है। दोनों ही संचालन में मदद देती हैं।

3.8 अंत में कुछ प्रश्न

1 निराविषीकरण में परऑक्सिसोमों की क्या भूमिका होती है ? अपना उत्तर 3-4 वाक्यों में दीजिए।

.....

.....

.....

.....

2 माइटोकॉन्ड्रिया और क्लोरोप्लास्टों को अर्धस्वायत्त अंगक क्यों माना जाता है ? अपना उत्तर 35-40 शब्दों में दीजिए।

.....

.....

.....

.....

3 तारक केन्द्र तथा पक्ष्माभों अथवा कशाभों के संरचनात्मक संगठन में दो महत्त्वपूर्ण अंतर बताइए।

.....

.....

.....

.....

3.9 उत्तर

बोध प्रश्न

1 क) प्रोटीन संश्लेषण

ख) लिपिड उपापचय

2 यह गॉल्जी सम्मिश्र के ईआर और प्लैज़्मा झिल्ली के बीच स्थित होने के कारण है।

3 गॉल्जी-सम्मिश्र, क्योंकि यह स्रवण में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाता है।

4 स्वतःभोजी रिक्तिका, क्योंकि विकृतिजन्य दशाओं के दौरान कोशिकांग अधिकांशतः माइटोकॉन्ड्रिया का स्वतःपाचन हो जाता है जिससे ऊर्जा उत्पन्न हो सके।

5 क) माइटोकॉन्ड्रिया, क्योंकि ये कोशिकाएँ ऊर्जा (एटीपी) उत्पन्न करती हैं।

ख) रंध्र, केन्द्रक-द्रव्य और कोशिका-द्रव्य के बीच पदार्थों के विनिमय में मदद देते हैं।

अंत में कुछ प्रश्न

1 परऑक्सिसोमों में विद्यमान कैटेलेज़ एन्जाइम H_2O_2 को विषहीन पदार्थ में खंडित कर देता है और इस प्रकार निराविषीकरण में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाता है।

2 डीएनए नामक आनुवंशिक पदार्थ और राइबोसोम — जो कि प्रोटीन संश्लेषण का कार्य करते हैं — माइटोकॉन्ड्रिया और क्लोरोप्लास्टों में पाए जाते हैं। अतः इन्हें अर्धस्वायत्त अंगक माना जाता है।

3 i) तारक केन्द्र में सूक्ष्मनलिकाओं का 9+0 संघटन होता है जब कि पक्ष्माभों अथवा कशाभों का संघटन 9+2 की रचना का होता है।

ii) तारक केन्द्र में 9 सूक्ष्मनलिकाएँ तिहरी रचनाओं के रूप में होती हैं जबकि पक्ष्माभों अथवा कशाभों में 9 सूक्ष्मनलिकाएँ दुहरी रचनाओं के रूप में होती हैं।